

#4

Attorney Docket No. 03327.2260
Customer Number 22,852

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Hiroshi MURAKAMI

Serial No.: 09/897,900

Filed: July 5, 2001

For: **VACUUM ARC EVAPORATION
SOURCE AND FILM FORMATION
APPARATUS USING THE SAME**

)
)
) Group Art Unit: Not Yet Assigned
)
) Examiner: Not Yet Assigned
)
)
)
)

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

CLAIM FOR PRIORITY

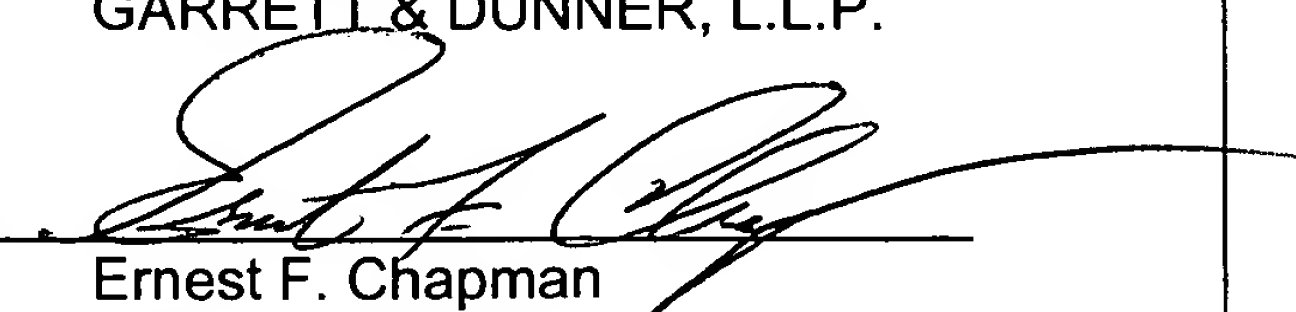
Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant hereby claims the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2000-204961, filed on July 6, 2000, for the above-identified U.S. patent application.

In support of Applicant's claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: October 16, 2001

By: 
Ernest F. Chapman
Reg. No. 25,961

EFC/FPD/sci
Enclosures



LAW OFFICES
FINNEGAN, HENDERSON,
FARABOW, GARRETT,
& DUNNER, L.L.P.
1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, DC 20005
202-408-4000

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月 6日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-204961

出 願 人
Applicant(s):

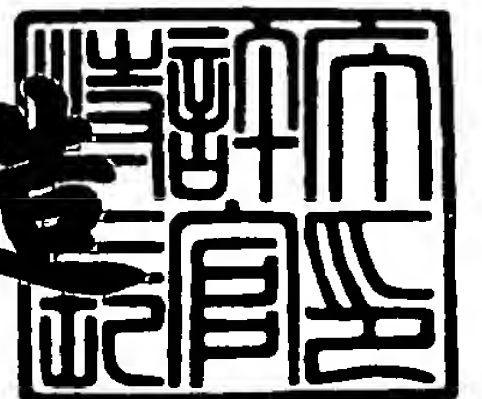
日新電機株式会社



2001年 7月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3061703

【書類名】 特許願

【整理番号】 P00012

【提出日】 平成12年 7月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 14/24

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地 日新電機株式
 会社内

 【氏名】 村上 浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000003942

 【氏名又は名称】 日新電機株式会社

 【代表者】 位▲高▼ 光司

【代理人】

 【識別番号】 100088661

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山本 恵二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003322

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9807054

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 真空アーク蒸発源およびそれを用いた膜形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空アーク放電によって陰極を蒸発させて陰極物質を含むプラズマを生成する真空アーク蒸発源であって、互いに種類の異なる材料から成りかつ互いに電氣的に絶縁された複数の陰極を有することを特徴とする真空アーク蒸発源。

【請求項 2】 前記複数の陰極を、絶縁物を介在させて互いに同軸状に配置している請求項 1 記載の真空アーク蒸発源。

【請求項 3】 前記複数の陰極が、炭素を含む材料から成る陰極と、元素周期表の 4 A 族、5 A 族または 6 A 族の金属を含む材料から成る陰極との組み合わせから成る請求項 1 または 2 記載の真空アーク蒸発源。

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 に記載の真空アーク蒸発源を備えていて、当該真空アーク蒸発源を用いて基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する装置であって、前記真空アーク蒸発源の陰極にアーク放電電力を供給するアーク電源と、このアーク電源からのアーク放電電力を前記真空アーク蒸発源の複数の陰極に択一的に切り換えて供給する切換スイッチとを備えることを特徴とする膜形成装置。

【請求項 5】 請求項 1、2 または 3 に記載の真空アーク蒸発源を備えていて、当該真空アーク蒸発源を用いて基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する装置であって、前記真空アーク蒸発源によって生成したプラズマを磁場によって湾曲させて粗大粒子を除去して前記基体の近傍に導く磁気フィルタを備えることを特徴とする膜形成装置。

【請求項 6】 請求項 1、2 または 3 に記載の真空アーク蒸発源を備えていて、当該真空アーク蒸発源を用いて基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する装置であって、前記真空アーク蒸発源の陰極にアーク放電電力を供給するアーク電源と、このアーク電源からのアーク放電電力を前記真空アーク蒸発源の複数の陰極に択一的に切り換えて供給する切換スイッチと、前記真空アーク蒸発源によって生成したプラズマを磁場によって湾曲させて粗大粒子を除去して前記

基体の近傍に導く磁気フィルタとを備えることを特徴とする膜形成装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば自動車部品、機械部品、工具、金型、外装部品等の基体の表面に、陰極物質または陰極物質を含む化合物から成る薄膜を形成して、当該基体の耐摩耗性、摺動性、耐焼き付き性、装飾性等を向上させること等に用いられる真空アーク蒸発源およびそれを用いた膜形成装置に関し、より具体的には、基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成するのに用いられる真空アーク蒸発源および膜形成装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

真空アーク放電によって陰極を蒸発させて陰極物質を含むプラズマを生成する真空アーク蒸発源を用いて、この真空アーク蒸発源で発生させたプラズマ中のイオン（この明細書では正イオンを意味する）を負バイアス電圧等によって基体に引き込んで基体の表面に薄膜を形成する手法は、アーク式イオンプレーティング法とも呼ばれており、成膜速度が大きい、膜の密着性が高い等の特長を有している。

【 0 0 0 3 】

成膜速度が大きいのは、真空アーク放電を利用して陰極から陰極物質を大量に蒸発させることができるからである。膜の密着性が高いのは、上記プラズマ中のイオンを、負バイアス電圧等による電界によって基体に引き込んで衝突させることができるからである。

【 0 0 0 4 】

また、膜の性能をより向上させるために、基体の表面に、複数の異種膜（互いに異なった種類の膜）から成る積層膜を形成する場合がある。

【 0 0 0 5 】

アーク式イオンプレーティング法によって、上記のような積層膜の形成に用いられる膜形成装置の従来例を図4に示す。なお、このようなアーク式イオンプレ

ーティング法による膜形成装置は、アーク式イオンプレーティング装置とも呼ばれる（図 1 および図 3 の膜形成装置も同様）。

【 0 0 0 6 】

図示しない真空排気装置によって真空排気される真空容器 2 内に、成膜しようとする基体 6 を保持するホルダ 8 が設けられている。基体 6 の形状は任意である。このホルダ 8 および基体 6 は、必要に応じて、例えば矢印 A のように回転させられる。

【 0 0 0 7 】

ホルダ 8 およびそれに保持される基体 6 には、この例では、バイアス電源 1 0 から、例えば一数十 V ～ - 5 0 0 V 程度の負のバイアス電圧が印加される。真空容器 2 は接地されている。

【 0 0 0 8 】

真空容器 2 内には、必要に応じて、不活性ガスや、真空アーク蒸発源 2 0 の陰極 2 2 （または後述する真空アーク蒸発源 3 0 の陰極 3 2 、 3 4 ）から蒸発する陰極物質と反応する反応性ガス等から成るガス 4 が導入される。

【 0 0 0 9 】

上記真空容器 2 の壁面の互いに異なる場所に、ホルダ 8 上の基体 6 に向けて、複数台（例えば 2 台）の従来の真空アーク蒸発源 2 0 が取り付けられている。

【 0 0 1 0 】

各真空アーク蒸発源 2 0 は、真空アーク放電によって陰極 2 2 を蒸発させて陰極物質（即ち、陰極を構成する物質。以下同じ）を含むプラズマ 2 4 を生成するものであり、一つの陰極 2 2 およびそれと真空容器 2 との間を絶縁する絶縁物 2 6 等を備えている。各真空アーク蒸発源 2 0 の陰極 2 2 は、互いに種類の異なる材料から成る。各真空アーク蒸発源 2 0 は、更に、図示しないトリガ電極、磁石、水冷機構、真空シール機構等を備えており、多くの構成要素で構成されている。

【 0 0 1 1 】

この例では、真空容器 2 が各真空アーク蒸発源 2 0 の陽極を兼ねており、それと各陰極 2 2 との間に、アーク電源 2 8 から、例えば数十 V ～ 1 0 0 V 程度のア

ーク放電電圧が印加される。但し、陽極電極を別途設置する場合もある。

【 0 0 1 2 】

上記アーク放電電圧を印加して各陰極 2 2 と真空容器 2 との間で真空アーク放電を起こさせることによって、各陰極 2 2 が局所的に加熱されてそこから陰極物質が蒸発する。このとき、各陰極 2 2 の前方近傍には、アーク放電によってプラズマが生成され、陰極物質の一部はイオン化される。即ち、各陰極 2 2 の前方近傍には、イオン化された陰極物質を含むプラズマ 2 4 が生成される。

【 0 0 1 3 】

このプラズマ 2 4 中のイオン化した陰極物質は、上記バイアス電圧によって基体 6 に引き寄せられて堆積して、基体 6 の表面に、当該陰極物質から成る薄膜が形成される。その場合、真空容器 2 内にガス 4 として反応性ガス（例えば窒素ガス）を導入しておく、それと陰極物質とが反応して、基体 6 の表面に化合物（例えば窒化物）薄膜が形成される。

【 0 0 1 4 】

このような手段によって、従来は、1 種類の薄膜形成に 1 台の真空アーク蒸発源 2 0 を用いて、即ち基体 6 の表面に形成する積層膜を構成する膜の種類数に応じた台数の真空アーク蒸発源 2 0 を真空容器 2 に設置して、各真空アーク蒸発源 2 0 を順番に動作させることによって、基体 6 の表面に積層膜を形成していた。

【 0 0 1 5 】

例えば、基体 6 の表面に窒化チタン（TiN）薄膜を形成した上に窒化クロム（CrN）薄膜を形成する場合は、真空容器 2 に 2 台の真空アーク蒸発源 2 0 を設置して、その一方の陰極 2 2 の材料（材質）をチタンとし、他方の陰極 2 2 の材料（材質）をクロムとし、窒素雰囲気中で各真空アーク蒸発源 2 0 を順番に動作させることによって、基体 6 の表面に、窒化チタンと窒化クロムとを 1 層以上ずつ有する積層膜を形成していた。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来の技術では、積層膜を構成する膜の種類数に応じた複数台の真空アーク蒸発源 2 0 を真空容器 2 に設置する必要があるため、真空アーク蒸発

源 2 0 の数が多くなり、それによって必然的に真空容器 2 が大型化し、ひいては膜形成装置全体も大型化する。真空容器 2 用の真空排気装置も大容量化せざるを得ない。またこれらに伴って、膜形成装置の製造コストも高くなる。

【 0 0 1 7 】

また、複数台の真空アーク蒸発源 2 0 を真空容器 2 に設置しているけれども、積層膜を形成する際、一つの真空アーク蒸発源 2 0 を使用している時は他の真空アーク蒸発源 2 0 を休止させるため、真空アーク蒸発源 2 0 の稼働率が低下する。即ち、 m (m は 2 以上の整数) 種の異種膜から成る積層膜を形成する場合、真空アーク蒸発源 2 0 の稼働率は $1/m$ になる。従って、真空アーク蒸発源 2 0 の設置台数の割には成膜速度が低く、成膜の生産性が低い。

【 0 0 1 8 】

また、真空アーク蒸発源 2 0 の陰極 2 2 から蒸発する陰極物質には、通常、成膜に好ましくない粗大粒子（これはマクロパーティクルやドロップレットとも呼ばれる）が含まれていて、これが基体 6 に付着すると、膜の密着力が低下する等の膜特性に悪影響を及ぼす原因になる。これを防止するために、真空アーク蒸発源 2 0 によって生成したプラズマ 2 4 を磁場によって湾曲させて粗大粒子を除去する磁気フィルタを設ける場合があるけれども、複数台の真空アーク蒸発源 2 0 を設けて積層膜を形成する場合は、従来は、各真空アーク蒸発源 2 0 ごとに磁気フィルタを設けなければならないので、膜形成装置の構造が複雑化し、装置全体が大型化し、装置コストも大幅に高くなる。

【 0 0 1 9 】

そこでこの発明は、複数の異種膜から成る積層膜を従来よりも少ない蒸発源台数で形成することのできる真空アーク蒸発源を提供することを主たる目的とする。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る真空アーク蒸発源は、互いに種類の異なる材料から成りかつ互いに電氣的に絶縁された複数の陰極を有することを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

この真空アーク蒸発源によれば、その複数の陰極を切り換えて使用することができるので、複数の異種膜から成る積層膜を、従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができる。即ち、陰極の数を n (n は 2 以上の整数) とすれば、従来の $1/n$ の台数で済む。しかも、陰極を切り換えて使用することで、1 台の真空アーク蒸発源を殆ど休止させることなく続けて使用することができるので、当該真空アーク蒸発源の稼働率も大幅に向上する。

【 0 0 2 2 】

従って、この真空アーク蒸発源によれば、複数の異種膜から成る積層膜を、低コストで生産性良く形成することができる。また、基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する膜形成装置の小型化、低コスト化および生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 2 3 】

この発明に係る膜形成装置の一つは、前記のような真空アーク蒸発源を備えていて、当該真空アーク蒸発源を用いて基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する装置であって、前記真空アーク蒸発源の陰極にアーク放電電力を供給するアーク電源と、このアーク電源からのアーク放電電力を前記真空アーク蒸発源の複数の陰極に択一的に切り換えて供給する切換スイッチとを備えることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

この膜形成装置によれば、その真空アーク蒸発源の複数の陰極を切り換えて使用することができるので、同上の理由から、基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を、低コストで生産性良く形成することができる。また、装置の小型化、低コスト化および生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 2 5 】

しかも、上記のようなアーク電源および切換スイッチを備えていて、1 台の真空アーク蒸発源に対して 1 台のアーク電源で済むので、アーク電源の数が少なく済み、この観点からも装置構成の簡素化、装置の小型化および低コスト化を図ることができる。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明に係る真空アーク蒸発源を用いた膜形成装置の一例を部分的に示す断面図である。図 2 は、図 1 中の真空アーク蒸発源の陰極部分の正面図である。図 4 に示した従来例と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては当該従来例との相違点を主に説明する。

【0027】

この膜形成装置は、前述したような真空容器 2 に、その内部のホルダ 8 上の基体 6 に向けて取り付けられた真空アーク蒸発源 30 を備えている。この真空アーク蒸発源 30 は、1 台でも良いし、必要に応じて複数台設けても良い。

【0028】

真空アーク蒸発源 30 は、この例では、互いに種類の異なる材料から成りかつ互いに電氣的に絶縁された二つの陰極 32 および 34 を有している。より具体的には、この例では、中央部の円柱状の陰極 32 と、その外側の円筒状（円環状とも言える）の陰極 34 とを、両者 32、34 間の電気絶縁を行う円筒状の絶縁物 40 を介在させて、互いに同軸状に配置している。外側の陰極 34 と真空容器 2 との間は、この例では円筒状の絶縁物 42 によって電氣的に絶縁している。

【0029】

両陰極 32、34 の材質の組み合わせは任意であり、形成しようとする膜の種類に応じて適宜選定すれば良い。一例を示せば、一方がチタンであり、他方がクロムである。これはほんの一例である。硬質炭素系薄膜の密着力向上等のために、後述するような材質を選定することもできる。

【0030】

アーク点弧（起動）用のトリガ電極は、両陰極 32、34 に共通であって両陰極 32、34 間を可動なものを設けても良いけれども、この例では、陰極 32 用のトリガ電極 44 と陰極 34 用のトリガ電極 46 とを別個に設けている。その方が構造が簡単である。

【0031】

この真空アーク蒸発源 30 の陰極 32、34 にアーク放電電力を供給するアーク電源は、各陰極 32、34 に対して 1 台ずつ設けても良いけれども、この例で

は、1台の真空アーク蒸発源30に対して、その陰極32または34にアーク放電電力を供給する1台の前述したようなアーク電源28と、このアーク電源28からのアーク放電電力を当該二つの陰極32、34に択一的に切り換えて供給する切換スイッチ50とを設けている。

【0032】

この真空アーク蒸発源30の二つの陰極32、34は、互いに絶縁物40で電氣的に絶縁されているため、いずれか一方の陰極にアーク放電電力を供給すれば、その一方の陰極でのみアーク放電が発生する。即ち、切換スイッチ50を陰極32側に切り換えることによって、陰極32と真空容器2との間で真空アーク放電を起こさせることができ、それによって、陰極32を局所的に加熱して蒸発させてその陰極物質を含むプラズマ36を生成することができる。それによって、従来例の所で詳述したのと同様の作用によって、基体6上に、プラズマ36中に含まれている陰極物質から成る、またはそれと反応性ガスとの化合物から成る薄膜を形成することができる。

【0033】

反対に、切換スイッチ50を陰極34側に切り換えることによって、陰極34と真空容器2との間で真空アーク放電を起こさせることができ、それによって、陰極34を局所的に加熱して蒸発させてその陰極物質を含むプラズマ38を生成することができる。それによって、基体6上に、プラズマ38中に含まれている陰極物質から成る、またはそれと反応性ガスとの化合物から成る薄膜を形成することができる。

【0034】

その場合、アーク放電の陰極点（アークスポット）は、アーク自身が発生する電磁力によって、陰極32または34の表面をランダムに動き回るので、陰極32、34の平面形状に依らずに、陰極32、34をほぼ万遍無く使用することができる。従って、円筒状の陰極34でもそれをほぼ万遍無く使用することができる。両陰極32、34の背面付近に、例えば図1中に2点鎖線で示すような磁石（例えば永久磁石）48、またはその他の磁極配置を有する磁石を設けておいても良く、そのようにすれば、その磁界によってアーク放電の陰極点の動きを制御

することができるので、両陰極 3 2、3 4 をより万遍無く使用することができる。

【 0 0 3 5 】

また、この例では真空アーク蒸発源 3 0 の両陰極 3 2、3 4 を互いに同軸状に配置しているので、それらを用いて生成されるプラズマ 3 6、3 8 の相互の位置がほぼ同じであり、大きくずれることはない。従って、同一の基体 6 に対してほぼ同じような条件で成膜することができるので、積層膜形成により一層都合が良い。

【 0 0 3 6 】

このようにして、真空アーク蒸発源 3 0 の二つの陰極 3 2、3 4 を適宜切り換えて使用することによって、より具体的には所望の膜厚の成膜を行った後に切り換えることによって、基体 6 の表面に、複数の異種膜から成る積層膜を形成することができる。例えば、上記切り換えを 1 回行えば、複数の異種膜を 1 層ずつ有する積層膜を形成することができ、複数回行えば、複数の異種膜を複数層ずつ有する積層膜を形成することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、上記真空アーク蒸発源 3 0 には、例えば上記例と同様の考えで、互いに種類の異なる材料から成りかつ互いに電氣的に絶縁された三つ以上の陰極を設けても良い。図 3 の例の場合も同様である。

【 0 0 3 8 】

この真空アーク蒸発源 3 0 によれば、その複数の陰極 3 2、3 4 を切り換えて使用することができるので、基体 6 上に、複数の異種膜から成る積層膜を、従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができる。即ち、陰極の数を n (n は 2 以上の整数) とすれば、従来の $1/n$ の台数で済む。しかも、陰極 3 2、3 4 を切り換えて使用することで、1 台の真空アーク蒸発源 3 0 を殆ど休止させることなく続けて使用することができるので、当該真空アーク蒸発源 3 0 の稼働率も大幅に向上する。

【 0 0 3 9 】

従って、この真空アーク蒸発源 3 0 によれば、複数の異種膜から成る積層膜を

、低コストで生産性良く形成することができる。また、基体 6 の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する膜形成装置の小型化、低コスト化および生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

また、このような真空アーク蒸発源 3 0 を備えるこの膜形成装置によれば、当該真空アーク蒸発源 3 0 の複数の陰極 3 2、3 4 を切り換えて使用することができるので、同上の理由から、基体 6 の表面に複数の異種膜から成る積層膜を、低コストで生産性良く形成することができる。また、装置の小型化、低コスト化および生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 4 1 】

しかも、上記のようなアーク電源 2 8 および切換スイッチ 5 0 を備えていて、1 台の真空アーク蒸発源 3 0 に対して 1 台のアーク電源 2 8 で済むので、アーク電源の数が少なくて済み、この観点からも装置構成の簡素化、装置の小型化および低コスト化を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、真空アーク蒸発源 3 0 の上記のような複数の陰極 3 2、3 4 の平面形状は、円形以外の四角形等でも良いけれども、上記例のように円形にするのが好ましい。その方が各陰極 3 2、3 4 の製造が容易になる。

【 0 0 4 3 】

ところで、金属製の基体 6 の表面に、ダイヤモンド状カーボン膜、ダイヤモンド膜等の硬質炭素系薄膜を形成する場合、当該硬質炭素系薄膜の密着力向上のために、当該硬質炭素系薄膜と基体 6 との間に、元素周期表の 4 A 族（例えば Ti）、5 A 族（例えば Ta）または 6 A 族（例えば Cr）の金属を含む（例えばこれらの金属またはその炭化物から成る）中間薄膜を形成して、積層構造を採用する場合がある。これは、上記のような 4 A 族、5 A 族または 6 A 族の金属またはその炭化物は、金属製基体 6 との馴染みが良くて密着性が高いだけでなく、炭素系薄膜とも馴染みが良くて密着性が高いので、膜全体として見れば、硬質炭素系薄膜の密着力が向上するからである。

【 0 0 4 4 】

上記真空アーク蒸発源 3 0 は、このような積層膜の形成に用いることもできる。その場合は、その複数の陰極として、(1) 炭素を含む材料（例えばグラファイト）から成る陰極と、(2) 上記のような 4 A 族、5 A 族または 6 A 族の金属を含む（例えばこれらの金属またはその炭化物から成る）材料から成る陰極とを組み合わせれば良い。例えば、図 1 の例のように陰極が二つの場合は、一方の陰極（例えば陰極 3 2）を上記 (1) の陰極とし、他方の陰極（例えば陰極 3 4）を上記 (2) の陰極とすれば良い。

【 0 0 4 5 】

このような陰極構成の真空アーク蒸発源 3 0 を用いることによって、金属製の基体 6 の表面に、密着力の高い硬質炭素系薄膜を低コストで生産性良く形成することができる。低コストで生産性良く形成することができるのは、先に詳述したように、蒸発源の台数が少なくて済み、しかもその稼働率が高いからである。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、この発明に係る真空アーク蒸発源を用いた膜形成装置の他の例を示す概略図である。ここでは、真空アーク蒸発源 3 0 は簡略化して図示している。

【 0 0 4 7 】

図 1 の例との相違点を主体に説明すると、この例では、上記のような真空アーク蒸発源 3 0 と真空容器 2 との間に、当該真空アーク蒸発源 3 0 によって生成したプラズマ 3 6、3 8 を磁場によって湾曲させて粗大粒子を除去して基体 6 の近傍に導く磁気フィルタ 6 0 を設けている。

【 0 0 4 8 】

磁気フィルタ 6 0 は、この例では、湾曲した輸送管 6 2 と、この輸送管 6 2 に沿って湾曲した磁場を形成する磁気コイル 6 4 と、この磁気コイル 6 4 を励磁する直流電源 6 6 とを備えている。磁気コイル 6 4 は、図示例のように輸送管 6 2 の周りに巻かれたソレノイドコイルでも良いし、複数のトロイダルコイルでも良い。また、磁気コイル 6 4 の代わりに、複数の永久磁石を用いて上記のような湾曲した磁場を形成しても良い。その場合は直流電源 6 6 は不要である。

【 0 0 4 9 】

真空アーク蒸発源 3 0 によって生成されたプラズマ 3 6、3 8 は、磁気フィル

タ 6 0 中をその磁場に沿って輸送されて、真空容器 2 内の基体 6 の近傍に導かれる。その際、プラズマ 3 6、3 8 中に含まれている粗大粒子は、電荷を持っていないものは磁場の影響を受けず基体 6 に輸送されない。また、電荷を持っている場合でも、磁場中での螺旋運動の半径（ラーマー半径）が質量に比例して極端に大きくなるため、輸送管 6 2 の内壁や当該内壁に突設したフィン（図示省略）等に衝突して消滅（付着）する。その結果、真空容器 2 内には粗大粒子を殆ど含まないプラズマ 3 6、3 8 が輸送され、これが基体 6 の近傍に導かれる。従って、粗大粒子が基体 6 に付着することを防止することができる。これによって、密着性および表面平滑性の高い積層膜を基体 6 上に形成することができる。

【 0 0 5 0 】

このような磁気フィルタ 6 0 を設ける場合、上記真空アーク蒸発源 3 0 によれば前述したように積層膜を従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができるので、それに応じて磁気フィルタ 6 0 の数も少なくて済む。従ってその分、膜形成装置の構造の簡素化、同装置の小型化および低コスト化を図ることができる。

【 0 0 5 1 】

なお、上記のような真空アーク蒸発源 3 0、切換スイッチ 5 0、アーク電源 2 8 および磁気フィルタ 6 0 は、必要に応じて、一つの真空容器 2 に対して二組以上設けても良い。

【 0 0 5 2 】

上記例はいずれも、基体 6 にバイアス電源 1 0 から負のバイアス電圧を印加する例を示した。しかし、基体 6 に負のバイアス電圧を印加しなくても、即ちバイアス電源 1 0 を設けずに基体 6 を接地電位にしておいても、その近傍に輸送されるプラズマ 3 6、3 8 の方が基体 6 よりも正電位になりやすいので、このプラズマ 3 6、3 8 と基体 6 との間の電位差によってプラズマ 3 6、3 8 中のイオンを基体 6 に向けて加速することも可能である。

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

この発明は、上記のとおり構成されているので、次のような効果を奏する。

【 0 0 5 4 】

請求項 1 記載の発明によれば、複数の陰極を切り換えて使用することができるので、複数の異種膜から成る積層膜を、従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができる。しかも、陰極を切り換えて使用することで、1 台の真空アーク蒸発源を殆ど休止させることなく続けて使用することができるので、当該真空アーク蒸発源の稼働率も大幅に向上する。

【 0 0 5 5 】

従って、この発明によれば、複数の異種膜から成る積層膜を、低コストで生産性良く形成することができる。また、基体の表面に複数の異種膜から成る積層膜を形成する膜形成装置の小型化、低コスト化および生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 5 6 】

請求項 2 記載の発明によれば、各陰極を用いて生成されるプラズマの相互の位置がほぼ同じになるので、同一の基体に対してほぼ同じような条件で成膜することができ、積層膜形成により一層都合が良い、という更なる効果を奏する。

【 0 0 5 7 】

請求項 3 記載の発明によれば、一つの蒸発源で、金属製の基体の表面に元素周期表の 4 A 族、5 A 族または 6 A 族の金属を含む中間薄膜を形成することと、その上に硬質炭素系薄膜を形成することの両方を行うことができるので、金属製の基体の表面に、密着力の高い硬質炭素系薄膜を、低コストで生産性良く形成することができる、という更なる効果を奏する。

【 0 0 5 8 】

請求項 4 記載の発明によれば、請求項 1、2 または 3 に記載の発明の上記効果と同様の効果に加えて、更に次のような効果を奏する。

【 0 0 5 9 】

即ち、上記のようなアーク電源および切換スイッチを備えていて、1 台の真空アーク蒸発源に対して 1 台のアーク電源で済むので、アーク電源の数が少なく済み、この観点からも装置構成の簡素化、装置の小型化および低コスト化を図ることができる。

【 0 0 6 0 】

請求項 5 記載の発明によれば、請求項 1、2 または 3 に記載の発明の上記効果と同様の効果に加えて、更に次のような効果を奏する。

【 0 0 6 1 】

即ち、上記のような磁気フィルタを備えているので、粗大粒子が基体に付着することを防止して、密着性および表面平滑性の高い積層膜を基体上に形成することができる。

【 0 0 6 2 】

しかも、上記のような真空アーク蒸発源を用いることによって積層膜を従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができるので、それに応じて磁気フィルタの数も少なく済む。従ってその分、膜形成装置の構造の簡素化、同装置の小型化および低コスト化を図ることができる。

【 0 0 6 3 】

請求項 6 記載の発明によれば、請求項 4 に記載の構成と請求項 5 に記載の構成の両方を備えているので、両請求項に記載の発明が奏する効果を合わせて奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係る真空アーク蒸発源を用いた膜形成装置の一例を部分的に示す断面図である。

【図 2】

図 1 中の真空アーク蒸発源の陰極部分の正面図である。

【図 3】

この発明に係る真空アーク蒸発源を用いた膜形成装置の他の例を示す概略図である。

【図 4】

従来の真空アーク蒸発源を用いた膜形成装置の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

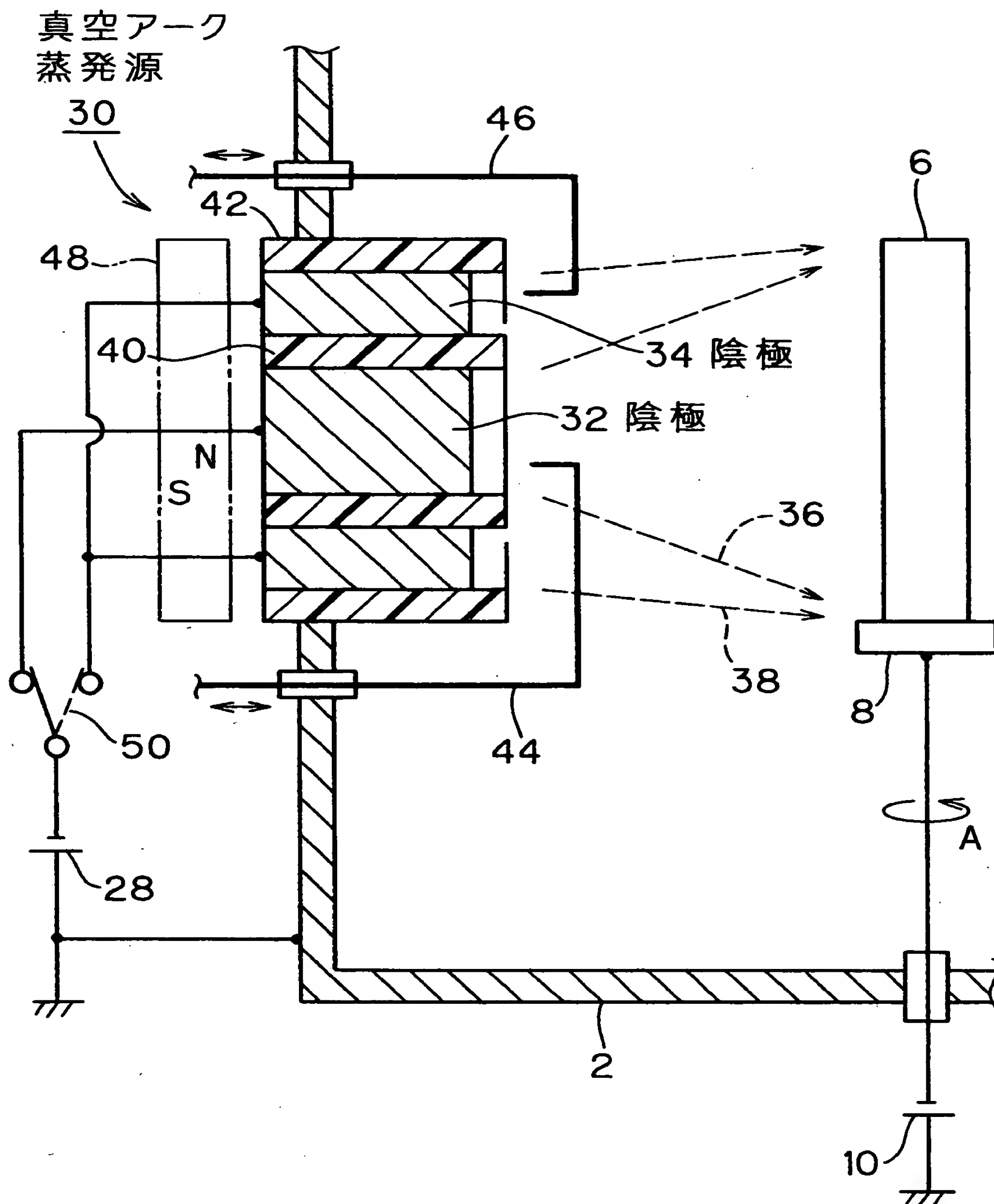
2 真空容器

6 基体

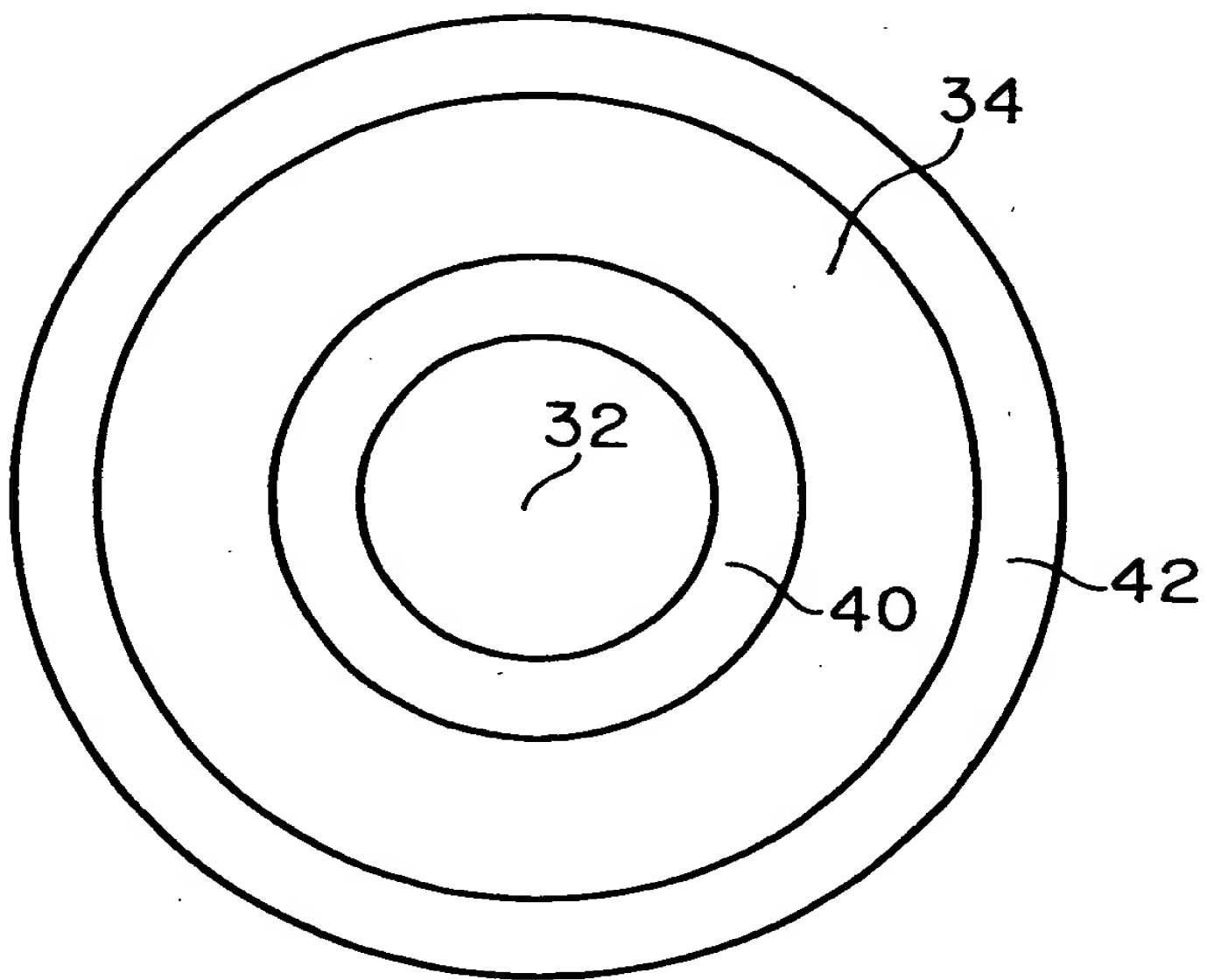
- 2 8 アーク電源
- 3 0 真空アーク蒸発源
- 3 2、3 4 陰極
- 5 0 切換スイッチ
- 6 0 磁気フィルタ

【書類名】 図面

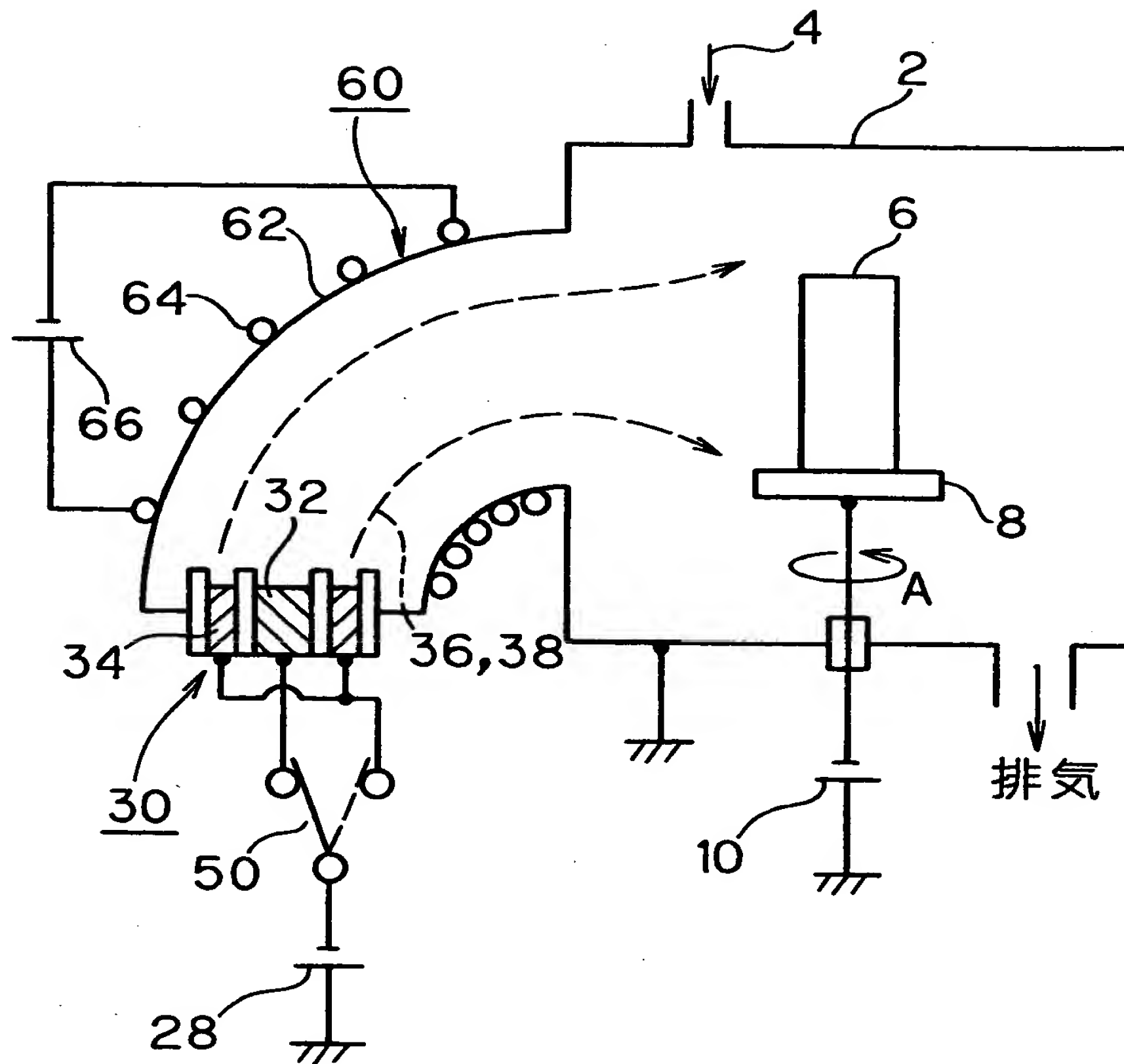
【図 1】



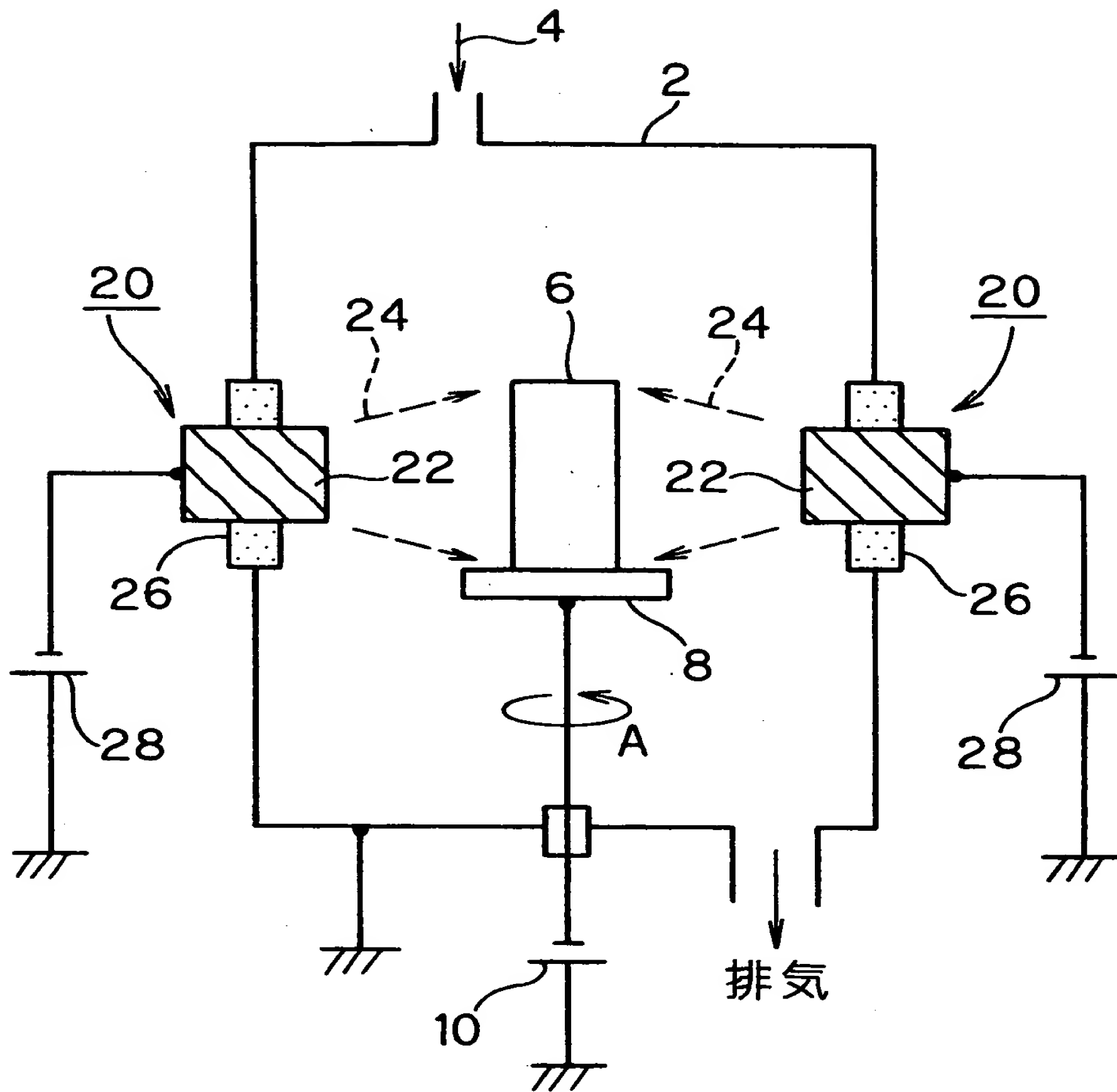
【図 2】



【図3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の異種膜から成る積層膜を従来よりも少ない蒸発源台数で形成することのできる真空アーク蒸発源を提供する。

【解決手段】 この真空アーク蒸発源 3 0 は、真空アーク放電によって陰極を蒸発させて陰極物質を含むプラズマ 3 6、3 8 を生成するものであり、互いに種類の異なる材料から成りかつ互いに電氣的に絶縁された二つの陰極 3 2 および 3 4 を有している。両陰極 3 2、3 4 は、絶縁物 4 0 を介在させて互いに同軸状に配置している。この真空アーク蒸発源 3 0 によれば、その二つの陰極 3 2、3 4 を切り換えて使用することができるので、複数の異種膜から成る積層膜を従来よりも少ない蒸発源台数で形成することができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-204961
受付番号	50000850390
書類名	特許願
担当官	松野 邦昭 2209
作成日	平成12年 7月10日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003942
【住所又は居所】	京都府京都市右京区梅津高畝町4 7 番地
【氏名又は名称】	日新電機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100088661
【住所又は居所】	大阪府中央区内本町2 丁目3 番8 - 4 1 3 号 ダ イアパレスビル本町
【氏名又は名称】	山本 恵二

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003942]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府京都市右京区梅津高畝町47番地
氏 名	日新電機株式会社